



PCT/IB 0 3 / 0 5 5 1 6
2 4. 12. 03

[Handwritten signature]

Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

RECEIVED	
16 JAN 2004	
WIPO	PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N. MI2002 A 002170



Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

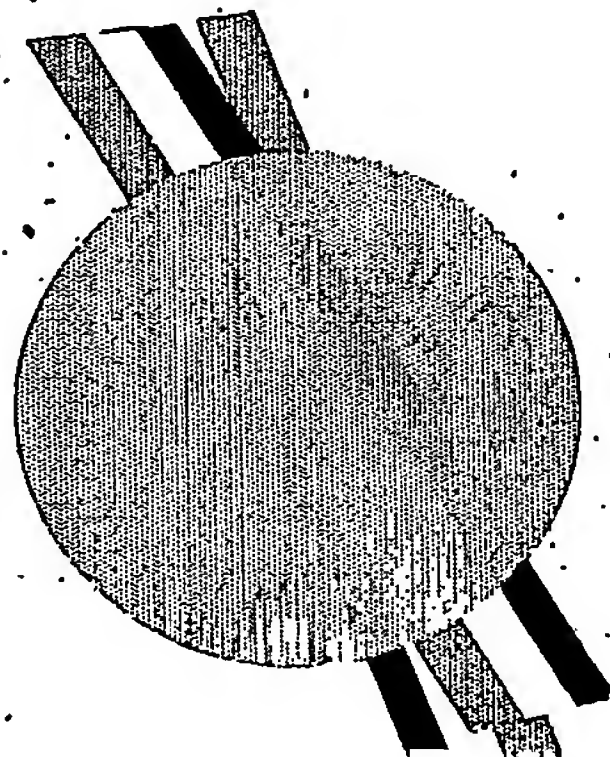
Roma, il

10 NOV. 2003

IL DIRIGENTE

Paola Giuliano

Dr.ssa Paola Giuliano



BEST AVAILABLE COPY

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA
DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

Modello A

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione Marconi Communications S.p.A.
Residenza Genova codice 01168770998
2) Denominazione _____
Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome FARAGGIANA Vittorio ed altri cod. fiscale _____
denominazione studio di appartenenza Ingg. Guzzi e Ravizza s.r.l.
via V. Monti n. 8 città MILANO cap 20123 (prov) MI

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) _____

gruppo/sottogruppo _____

"SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI"

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA _____ N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

1) CAVIGLIA Diego
2) FIASCHI Giovanni

3) LAZZERI Francesco
4) MOLINARI Mario

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

SCIoglimento RISERVE

Data

N° Protocollo

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 2 PROV n. pag. 20 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
Doc. 2) 2 PROV n. tav. 04 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
Doc. 3) 0 NO lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
Doc. 4) 1 RIS designazione inventore
Doc. 5) 1 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano
Doc. 6) 1 RIS autorizzazione o atto di cessione
Doc. 7) 1 nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire euro DUECENTONOVANTUNO/80 (291,80) | obbligatorio

COMPILATO IL 14/10/2002 FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

CONTINUA SÌ/NO NO Ingg. Guzzi e Ravizza

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SÌ/NO SÌ

SCIoglimento RISERVE
Data _____ N° Protocollo _____
confronta singole priorità



C.C.I.A.A. MILANO
UFFICIO PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI

MILANO

codice 15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2002A 002170

Reg. A

L'anno millesimo DUEMILADUE

Il giorno

QUATTORDICI

del mese di

OTTOBRE

Il (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda di brevetto di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL RAPPRESENTANTE PUR INFORMATO DEL CONTENUTO

DELLA CIRCOLARE N.423 DEL 04.03.2001 EFFETTUA IL DEPOSITO CON RISERVA
DI LETTERA DI INCARICO.

IL DEPOSITANTE

L'UFFICIALE ROGANTE

M. CORTONESI

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 002170
NUMERO BREVETTO _____

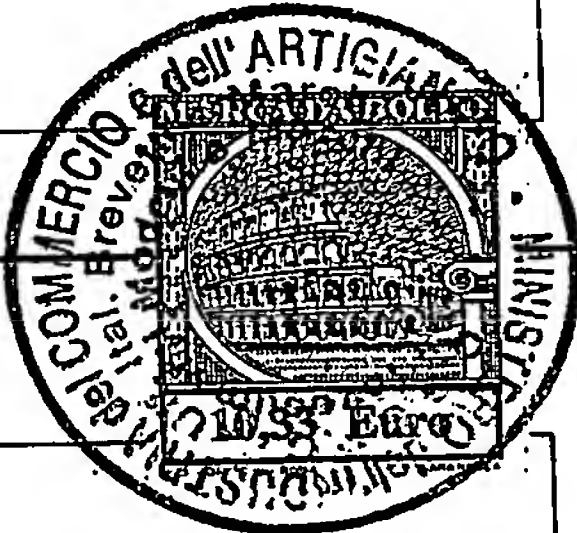
REG. A

DATA DI DEPOSITO 14/10/2002
DATA DI RILASCIO / /

D. TITOLO
"SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI"

L. RIASSUNTO

Un sistema di comunicazioni di dati con una pluralità di nodi collegati da una pluralità di collegamenti; in cui una serie secondaria dei collegamenti e dei nodi forma un percorso di lavoro per trasferire i dati di lavoro attraverso il sistema di comunicazioni ed un'ulteriore serie secondaria di collegamenti e di nodi fornisce un percorso di protezione per trasferire altri dati in assenza di un guasto nel percorso di lavoro e per fornire un percorso alternativo per i dati di lavoro nel caso di un guasto nel percorso di lavoro; in cui il percorso alternativo è predeterminato tramite mezzi di protezione prima del rilevamento di un guasto nel percorso di lavoro. (Figura 3).



M. DISEGNO

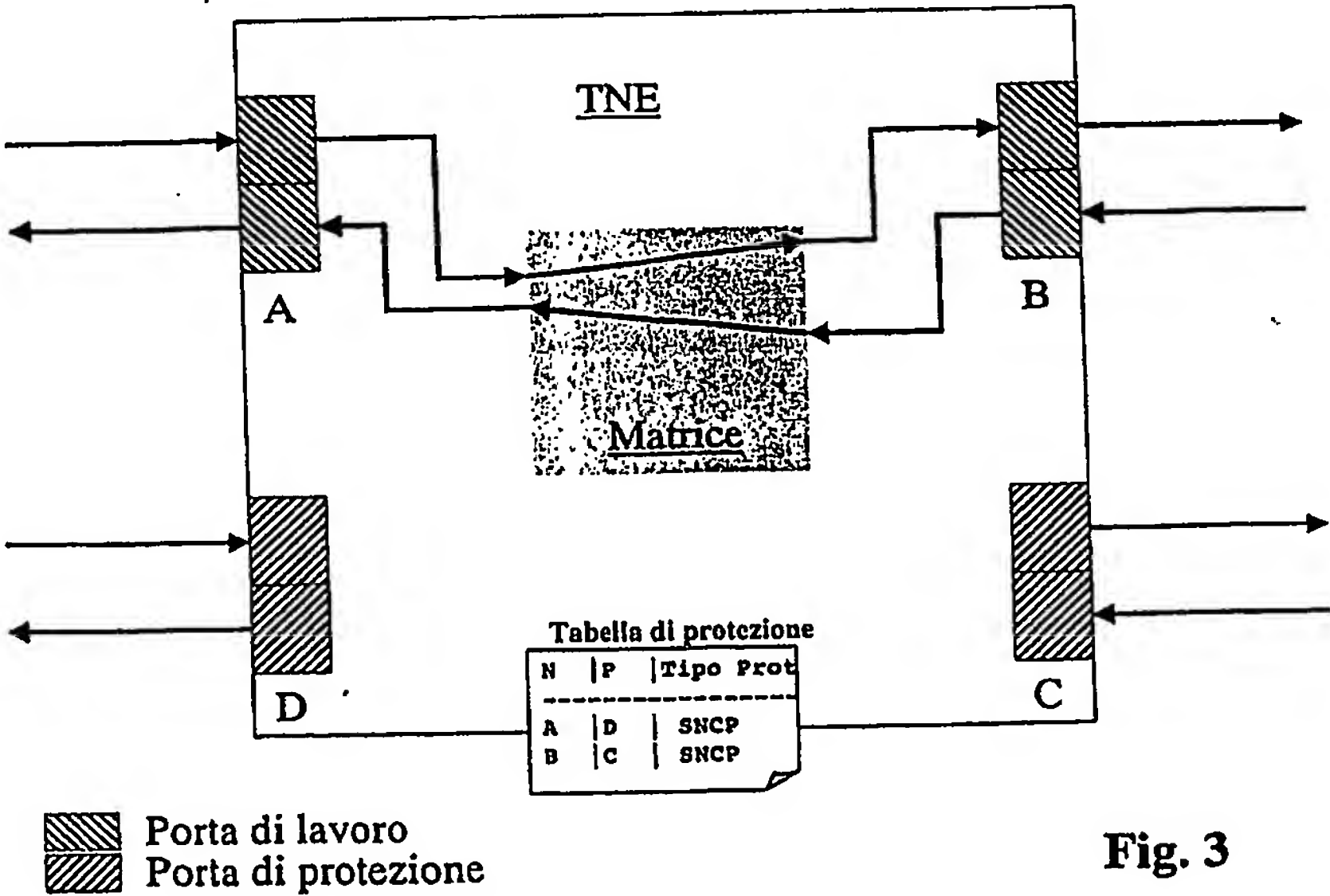


Fig. 3

MI 2002 A 0 0 2 1 7 0

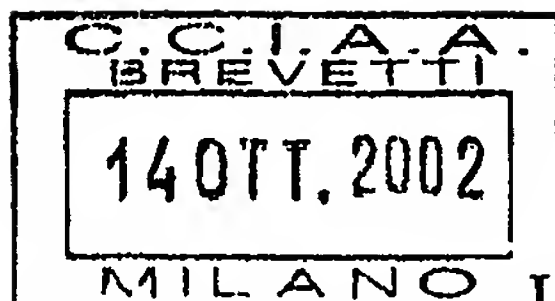
- 2 -

"Sistema di telecomunicazioni"

A nome: Marconi Communications S.p.A.

con sede a: Genova

** ** *



DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale al campo dei sistemi di telecomunicazioni ed in particolare ai sistemi per la protezione contro gli effetti del guasto di apparati nei sistemi di comunicazioni.

Uno dei concetti più importanti nella gestione delle reti è quello di mantenere la sopravvivenza delle reti. Quando si verificano guasti dei collegamenti o dei nodi un qualsiasi percorso influenzato dovrebbe essere riparato al più presto possibile. Un guasto di nodo può essere considerato come il guasto di collegamenti multipli, vale a dire, un guasto di nodo influenza il traffico come se tutti i collegamenti che terminano in esso fossero difettosi. La presente invenzione è applicabile ad entrambi gli schemi di protezione di diversità dei collegamenti e dei nodi; qui la diversità si riferisce alla proprietà delle risorse usate dal percorso di protezione (collegamenti e/o nodi) di essere disinserito completamente da quelli usati dal percorso di lavoro.

A causa degli elevati volumi di traffico che le reti devono trasferire, il risultato della crescita sempre più esplosiva delle applicazioni orientate sui dati, la sopravvivenza della rete è divenuto un aspetto di importanza molto elevata. In connessione a ciò, esiste un controllo continuo per massimizzare l'efficienza e minimizzare i costi nelle reti ampie. I nodi possono monitorare lo stato dei collegamenti che li attraversano per rilevare i guasti. Nella rete di trasporto SDH (gerarchia digitale sincrona), per esempio, questo può essere ottenuto usando en-

trambi il monitoraggio di tracciamento ed il monitoraggio cosiddetto non intrusivo, entrambi definiti nella specifica della ITU-T No. G.783.

Gli schemi di protezione tradizionali, principalmente usati nelle reti ad anello, consumano una gamma elevata di ampiezza di banda. La protezione condivisa (in cui le risorse sono condivise fra un certo numero di percorsi di protezione) sulle reti a maglie richiede una capacità addizionale per fornire la protezione dai guasti minore rispetto al caso delle reti ad anello. Sebbene le reti con maglie di protezione condivise consumino una quantità di risorse di rete inferiore, il compromesso è stato nei tempi di ripristino più prolungati. Pertanto esiste una necessità di un'architettura adatta per permettere un rapido ripristino di tali reti.

La presente invenzione fornisce un sistema di comunicazioni di dati comprendente una pluralità di nodi e una pluralità di collegamenti per fornire collegamenti fra i nodi, in cui una serie secondaria dei collegamenti e dei nodi forma un percorso di lavoro per trasferire i dati di lavoro attraverso il sistema di comunicazioni; in cui il sistema comprende una ulteriore serie secondaria di collegamenti e di nodi per formare un percorso di protezione per trasferire dati che non interessano il lavoro in assenza di un guasto nel percorso di lavoro e per fornire un percorso alternativo per i dati di lavoro nel caso di un guasto nel percorso di lavoro; in cui il sistema comprende mezzi di protezione, in cui il percorso alternativo è predefinito dai mezzi di protezione prima del rilevamento di un guasto nel percorso di lavoro.

La presente invenzione fornisce anche un metodo per proteggere un percorso di lavoro in un sistema di comunicazioni di dati comprendente una pluralità di nodi e una pluralità di collegamenti per fornire collegamenti fra i nodi; comprendente le fasi di trasferire i dati di lavoro tramite una serie secondaria dei collegamenti e

dei nodi realizzando il percorso di lavoro e designando un'ulteriore serie secondaria di collegamenti e nodi per formare un percorso di protezione; in cui il percorso di protezione non trasferisce i dati di lavoro in assenza di un guasto nel percorso di lavoro e fornisce un percorso alternativo per i dati di lavoro nel caso di un guasto nel percorso di lavoro.

Le forme di realizzazione di realizzazione dell'invenzione verranno ora descritte a titolo di esempio con riferimento ai disegni nei quali:

- Le Figure 1-3 illustrano il funzionamento convenzionale con la commutazione di protezione entro un elemento di rete di trasporto (TNE);
- Le Figure 4-7 illustrano una rete di elementi TNE che illustrano vari meccanismi di protezione secondo la presente invenzione.

L'invenzione verrà descritta a titolo di esempio con riferimento alle reti di trasporto SONET/SDH a causa della grande popolarità di questo tipo di rete, tuttavia la presente invenzione non è limitata a tali reti.

Nelle reti SONET/SDH convenzionali, è possibile ripristinare la rete da un collegamento o nodo difettoso in un tempo di 50 ns o inferiore, ma lo ottenimento di questo dipende dai collegamenti di rete ottica aventi un recupero di 1+1, vale a dire con un collegamento di recupero allocato per ogni collegamento di lavoro. Per evitare questo spreco di risorse, la presente invenzione fornisce un meccanismo di ripristino condiviso che fornisce una migliore sopravvivenza delle rete mentre minimizza le risorse di rete utilizzate.

La tabella seguente riassume quattro possibili schemi di protezione rispetto al calcolo del percorso (vale a dire calcolo della sequenza di collegamenti e nodi da attraversare), selezione delle risorse (vale a dire selezione dei canali da usare entro i collegamenti) e allocazione delle risorse (vale a dire implementazione attua-

le di collegamenti trasversali nei nodi, e il successivo utilizzo dei canali nei collegamenti).

Tipo schema protezione	Calcolo del percorso	Selezione delle risorse	Allocazione delle risorse
1	Dopo il guasto	Dopo il guasto	Dopo il guasto
2	Prima del guasto	Dopo il guasto	Dopo il guasto
3	Prima del guasto	Prima del guasto	Dopo il guasto
4	Prima del guasto	Prima del guasto	Prima del guasto

La presente invenzione si riferisce ad uno schema di protezione del terzo tipo nella tabella, mentre la protezione SDH convenzionale (APS o commutazione di protezione automatica) è del quarto tipo.

Le risorse di tipo tre sono usate solo dopo che un guasto si è verificato. La stessa risorsa può essere allocata a diversi percorsi di ripristino, supposto che questi percorsi di ripristino non siano mai attivati contemporaneamente da un singolo guasto. Le risorse di condivisione fra differenti percorsi di ripristino in questo modo è la definizione di "ripristino condiviso" per questa invenzione.

Operazioni SNCP in un elemento di rete di trasporto (TNE)

Verrà ora illustrato il meccanismo di collegamento trasversale richiesto in un nodo per commutare, in un modo che non influenza il traffico, fra il percorso di lavoro e di protezione e viceversa, con riferimento alle Figure 1-3. Come stabilito sopra, useremo, a titolo di esempio, la nomenclatura SDH, ma lo stesso meccanismo concettuale può essere usato in tutte le architetture di rete di trasporto.

La Figura 1 illustra come sia implementato un singolo schema di protezione della protezione di collegamento di rete secondaria (SNCP), come definito nella norma ITU-T rif. G.805 sez. 7.2.2. Le porte di lavoro A e B scambiano i dati tramite la



matrice di commutazione dell'elemento TNE. La porta di protezione C sta proteggendo la porta di lavoro B: se si verifica un guasto che influenza la porta B, la protezione preplanificata inizia usando la porta C. La protezione utilizza una funzione di separazione e una funzione di selezione entro l'elemento TNE. Il modulo di selezione (Sel.) seleziona il segnale migliore fra i due che esso riceve (vale a dire da ciascuna delle porte B e C) ed invia il segnale selezionato alla porta A tramite la matrice. Il modulo di separazione separa il segnale che esso riceve dalla porta A tramite la matrice in due segnali, ognuno inviato a ciascuna delle porte B e C. La porta di lavoro A non ha una corrispondente porta di protezione: una parte che influenza il guasto A influenzerà in modo avverso le comunicazioni. Le informazioni importanti, che si riferiscono ad entrambi i percorsi di lavoro (W) e di protezione (P), richiesti per eseguire la commutazione di protezione, se si dovesse verificare la necessità, sono memorizzate in una tabella di protezione. La tabella può essere prevista in una qualsiasi implementazione di un'unità di controllo della rete TNE.

La Figura 2 illustra una rete TNE simile a quella di Figura 1, con l'aggiunta della porta di protezione D. Secondo la Figura 2 la porta di lavoro A è protetta da una protezione SNCP, attraverso la porta di protezione D mentre la porta di lavoro B è protetta da una protezione SNCP tramite la porta di protezione C. Una funzione di selezione aggiuntiva (Sel.) seleziona il segnale migliore fra i due che esso riceve dalle porte A e D e lo invia alla funzione di separazione del "lato B" tramite la matrice. Una funzione di separazione aggiuntiva separa il segnale, che essa riceve dalla funzione di selezione del "lato B" tramite la matrice, in due segnali, inviandone uno a ciascuna delle porte A e D. Questo comportamento assicura che, nel caso di un guasto di una o più risorse del percorso di lavoro, il

traffico sia trasportato correttamente tramite la corrispondenti risorse del percorso di protezione. Inoltre è possibile, quando il percorso di lavoro diviene nuovamente disponibile, disabilitare il percorso di protezione e ritornare al percorso di lavoro senza influenzare in modo dannoso il traffico trasportato. Una tabella di protezione contiene le informazioni importanti richieste per eseguire la commutazione di protezione per la porta A o la porta B, se si dovesse verificare la necessità.

La Figura 3 illustra come una rete di elementi TNE funzioni in assenza di guasti. L'elemento TNE di Figura 3 ha due porte di lavoro (A, B) e due porte di protezione (D, C). Come illustra la figura, durante il funzionamento normale non viene implementato alcuno schema di protezione. Il traffico di lavoro passa in modo bidirezionale fra le porte di lavoro A e B, tramite una matrice di commutazione interna all'elemento TNE. Una tabella di protezione contiene le informazioni importanti necessarie per eseguire la commutazione di protezione, se si dovesse verificare tale caso. L'attivazione della tabella di protezione provocherà l'implementazione di uno schema di protezione doppio come illustrato in Figura 2.

Una rete di comunicazioni tipica comprende uno o più percorsi di lavoro che attraversano una serie di risorse nella rete, vale a dire nodi (per esempio TNE) e collegamenti. Se sono considerati solo i guasti che si generano fra i collegamenti, la protezione è definita come "protezione con diversità dei collegamenti". Se i nodi di guasto sono considerati in aggiunta ai collegamenti, la protezione è definita come "protezione con diversità dei nodi".

Secondo la presente invenzione uno schema di riparazione locale, preplanificato può essere configurato, attivato e disattivato secondo la seguente sequenza:

1. Quando il percorso di lavoro è configurato, è anche calcolata una serie di deviazioni, la cui unione può by-passare tutte le risorse (con diversità di collegamenti o di nodi) nel percorso di lavoro. Per il ripristino condiviso, i dettagli dei percorsi alternativi (vale a dire i collegamenti e i nodi usati per le deviazioni) sono memorizzati per il possibile uso futuro nel caso di un guasto ma non immediatamente implementati. Le deviazioni devono essere selezionate con criteri specifici per permettere una condivisione efficiente delle risorse di protezione: vedere “Selezione e configurazione delle deviazioni”, di seguito. I percorsi alternativi non sono usati per trasferire i dati di lavoro salvo che un guasto sia stato rilevato nel percorso di lavoro.
2. Quando si verifica un guasto, la localizzazione esatta di quale/i risorsa/e (collegamento o nodo) sia difettosa nel percorso di lavoro può richiedere un tempo lungo, ma i nodi di sorgente e di destinazione e, possibilmente, una serie di nodi intermedi possono rilevare molto rapidamente che il percorso di lavoro è difettoso in una certa posizione: vedere “Designazione di punti di monitoraggio”, di seguito.
3. Quando la presenza di un guasto viene rilevata ma non è localizzata, tutte le deviazioni sono attivate immediatamente usando la protezione SNCP per attivare contemporaneamente deviazioni multiple: vedere “Attivare deviazioni”, di seguito. Questo permette la necessaria protezione nel tempo di recupero più breve.
4. Successivamente, quando il guasto è completamente localizzato dai nodi, solo la deviazione che effettivamente bypassa la risorsa difettosa viene lasciata in funzione: vedere “Selezione delle deviazioni di protezione” di seguito. Se due deviazioni proteggono la stessa risorsa difettosa esse sono entrambe attivate, ed è

più semplice permettere che esse rimangano attivate fino a quando il guasto viene stabilito, sebbene una potrebbe essere disattivata.

5. Tutte le altre deviazioni sono disimpegnate, vale a dire è eseguita una disattivazione parziale senza successo: vedere "Riattivazione delle deviazioni non utilizzate" di seguito.

6. Quando il guasto viene riparato, anche l'ultima deviazione viene disimpegnata.

Selezione e configurazione di deviazioni

Quando viene richiesto un percorso con protezione prepianificata, sono calcolati un percorso di lavoro e una serie di deviazioni di protezione. Il percorso di lavoro può tipicamente essere calcolato per mezzo di un algoritmo di percorso più breve secondo tecniche convenzionali.

Per ciascuna risorsa (collegamento o nodo) che fa parte del percorso di lavoro, può esistere almeno una deviazione per riparare un guasto in tale risorsa. Ciascuna deviazione utilizzerà preferibilmente il numero minimo possibile di risorse.

Come indicato sopra, può avvenire che due deviazioni proteggano la stessa risorsa. Questo è inevitabile se è richiesta la diversità dei nodi, in quanto, se due nodi adiacenti sono protetti da differenti deviazioni, allora il collegamento fra essi verrà protetto da entrambe queste deviazioni. Questo è illustrato in Figura 4. Secondo la forma di realizzazione di Figura 4, un percorso di lavoro si estende dal nodo di sorgente S al nodo di destinazione D attraverso i nodi 2, 3 e 4. La rete di Figura 4 ha anche tre percorsi di deviazione: la deviazione 10 si estende fra i nodi S, 6 e 3; la deviazione 12 si estende fra i nodi 2, 7 e 4 e la deviazione 14 si estende fra i nodi 3, 8 e D. Il nodo di sorgente S e il nodo di destinazione D eseguono il monitoraggio di tracciamento. Per esempio i nodi 2 e 3 del percorso di



lavoro sono protetti da deviazioni separate. (Il nodo 2 è protetto dalla deviazione 10 e il nodo 3 dalla deviazione 12. Come risultato il collegamento fra i nodi 2 e 3 è protetto da entrambe le deviazioni 10 e 12). Si noterà che le tre deviazioni (10, 12 e 14) di Figura 4 forniscono un certo numero di alternative di disconnessione (vale a dire non collegate direttamente) al percorso di lavoro. Tuttavia, per semplicità, una tale combinazione di deviazioni verrà indicata qui come un percorso alternativo singolo. Questo è valido in quanto esso è solo la combinazione di tutte queste deviazioni che offrono la protezione per ogni risorsa del percorso di lavoro.

Due tipi di nodi fanno parte di una deviazione: nodi che terminano la deviazione (TD), (vale a dire quelli che sono anche intersecati dal percorso di lavoro), e nodi che sono intermedi nella deviazione (ID). Un nodo ID memorizza le informazioni che definiscono il collegamento trasversale richiesto per la deviazione senza implementarla salvo che un guasto sia rilevato in una risorsa del percorso di lavoro protetto da tale nodo ID, come descritto di seguito. Il nodo ID può anche associare un identificatore di percorso univoco con la definizione di collegamento trasversale, per permettere che esso sia identificato quando è richiesta l'attivazione della deviazione (vedere di seguito).

Nel funzionamento normale senza guasti, un nodo TD implementa il collegamento trasversale di "lavoro" che fa parte del percorso di lavoro. Il nodo ID memorizza le informazioni che definiscono un collegamento trasversale di "deviazione", vale a dire una "forchetta" nel percorso che trasferirà il traffico dal percorso di lavoro alla deviazione, vale a dire il percorso di protezione.

Designazione dei punti di monitoraggio

La velocità con la quale le deviazioni sono attivate è migliorata secondo una forma di realizzazione preferita inviando il messaggio di Attivare deviazione da entrambi l'inizio e la fine di ciascuna deviazione invece che da solo una estremità (il messaggio di Attivare deviazione contiene l'identificatore di percorso univoco della definizione di collegamento trasversale). Questo riduce il tempo richiesto per segnalare il ritardo di propagazione attraverso metà della deviazione più lunga. La segnalazione inizierà monitorando il nodo TD quando tale nodo rileva un guasto nel circuito di lavoro. Per questa ragioni, è raccomandato di disporre funzioni di monitoraggio non intrusive in tutti i nodi TD. Esempi sono indicati nei disegni in cui la Figura 5 illustra un esempio nel quale non tutti i nodi nel percorso di lavoro implementano punti di monitoraggio (vale a dire solo i nodi 4 e 7, vedere di seguito) e la Figura 6 illustra un esempio nel quale tutti i nodi nel percorso di lavoro implementano punti di monitoraggio.

Secondo la forma di realizzazione di Figura 5, il percorso di lavoro si estende dal nodo di sorgente S al nodo di destinazione D attraverso i nodi 2, 4, 5, 7 e 8. La rete di Figura 5 ha anche tre percorsi di deviazione che si estendono, rispettivamente, fra i nodi S, 3 e 4; 4, 6 e 7 e 7, 9 e D. Il nodo di sorgente S e il nodo di destinazione D eseguono la sorveglianza di tracciamento. Solo i nodi 4 e 7 eseguono il monitoraggio non intrusivo. Secondo la forma di realizzazione di Figura 6, il percorso di lavoro si estende dal nodo di sorgente S al nodo di destinazione D attraverso i nodi S, 2, 3, 4 e D. La rete di Figura 6 ha anche tre percorsi di deviazione che si estendono rispettivamente fra i nodi S, 6 e 3; 2, 7 e 4; e 3, 8 e D. Il nodo di sorgente S e il nodo di destinazione D eseguono il monitoraggio di tracciamento. I nodi 2, 3 e 4 eseguono il monitoraggio non intrusivo.

Attivazione delle deviazioni

Quando i nodi (TD) che implementano il monitoraggio rilevano un guasto del percorso di lavoro, essi inviano un messaggio di Attivare deviazione tramite i percorsi di deviazione. Il messaggio di Attivare deviazione contiene un identificatore di percorso univoco per informare i nodi di ID che i collegamenti di deviazione devono essere attivati. Il messaggio di Attivare deviazione identifica effettivamente quali nodi ID queste parti del percorso di deviazione debbano attivare (vale a dire con l'uso dell'identificatore di percorso univoco per la definizione di collegamento trasversale indicata sopra al paragrafo "Selezione e configurazione delle deviazioni"). Si può pensare un percorso di lavoro e tutte le sue deviazioni associate come un singolo oggetto con un identificatore univoco, se un qualsiasi nodo riceve un messaggio di Attivare deviazione con un certo identificatore, esso attiva i collegamenti che implementano le deviazioni associate a tale identificatore. Questo include i nodi TD che implementano i collegamenti trasversali di deviazione opportuni (forchette SNCP).

I nodi ID, a loro volta, propagano un messaggio di Attivare deviazione che è stato ricevuto, salvo che essi lo abbiano già ricevuto (vale a dire dal nodo TD nell'altra estremità del collegamento di deviazione) e implementano il collegamento trasversale definito precedentemente corrispondente all'identificatore di percorso univoco nel messaggio.

Se un nodo sta tentando di propagare un messaggio di Attivare deviazione da una risorsa difettosa (vale a dire un collegamento identificato come difettosa da un allarme di disabilitazione: un nodo guasto viene rilevato come un collegamento difettoso dal suo nodo adiacente), il collegamento trasversale attraverso il nodo che porta alla risorsa difettosa viene cancellato localmente e autonomamente dal nodo stesso e un messaggio di Cancella deviazione viene generato dal nodo per

recuperare tale deviazione non utilizzabile (vedere "Disattiva deviazioni non utilizzate", di seguito).

Selezione della protezione delle deviazioni

Un singolo guasto in una risorsa specifica verrà protetto da uno o più deviazioni. E' possibile che siano presenti nella rete altre deviazioni che non stanno proteggendo la risorsa difettosa e possono pertanto essere disimpegnate, vale a dire tutte le deviazioni sono dapprima implementate e quindi alcune sono disattivate. Quando la risorsa difettosa è identificata e la sua locazione è determinata (per esempio tramite la diagnostica dei nodi), è possibile identificare quali deviazioni stiano proteggendo la risorsa difettosa e quali non la proteggano. Questa ultima quindi può essere disimpegnata per permettere che le deviazioni trasferiscano altro traffico e proteggano da altri guasti, se esistono, in tal modo migliorando l'efficienza della rete. Questo può essere visto come una disattivazione parziale prematura: vale a dire la disattivazione di alcune deviazioni prima che il guasto sia riparato.

L'identificazione delle deviazioni che non forniscono la protezione verrà ora descritta con riferimento alla Figura 7. La Figura 7 illustra una rete con deviazioni sovrapponentisi simili a quella di Figura 6. Secondo la forma di realizzazione di Figura 7, il percorso di lavoro si estende dal nodo di sorgente S al nodo di destinazione D attraverso i nodi 2, 3, 4 e 5.

La rete di Figura 7 ha anche tre percorsi di deviazione che si estendono, rispettivamente fra i nodi S, 8 e 3; 2, 7 e 5; e 3, 9 e D. La rete di Figura 7 ha una risorsa difettosa (vedere simbolo di chiodo) vale a dire il collegamento fra i nodi TD 3 e 4 sul percorso di rete. I due nodi 7 e 9 che attraversano i percorsi di deviazione sono entrambi di protezione della risorsa difettosa, mentre i nodi di attraversa-



mento di deviazione 8 non servono per la protezione e possono pertanto essere disinseriti. Per localizzare le deviazioni che non proteggono viene usato il seguente algoritmo:

- (1) indicare con $\langle L$ e $L \rangle$ i nodi in cui l'allarme della risorsa difettosa è stata rilevato come segue: indicare con $\langle L$ i nodi in cui un difetto è stato rilevato verso la destinazione e con $L \rangle$ i nodi in cui un guasto è stato rilevato verso la sorgente del percorso di lavoro. $\langle L$ e $L \rangle$ possono essere pensati come campi di stato entro i nodi.

- (2) indicare con $\langle P$ i nodi in cui una deviazione inizia nella direzione della destinazione. Indicare con $P \rangle$ i nodi in cui una deviazione inizia nella direzione della sorgente ($\langle P$ e $P \rangle$ sono solo presenti nei nodi TD). $\langle P$ e $P \rangle$ possono anche essere pensati come campi di stato entro i nodi. $\langle P$, $P \rangle$, $\langle L$ e $L \rangle$ non sono reciprocamente esclusivi: vedere Figura 7.

Pertanto, nella forma di realizzazione di Figura 7, i nodi TD hanno lo stato seguente:

S	=	$\langle P$;	4	=	$L \rangle$;
2	=	$\langle P$;	5	=	$P \rangle$;
3	=	$\langle P$ $P \rangle$ $\langle L$;	D	=	$P \rangle$

Secondo la forma di realizzazione di Figura 7, solo i nodi 3&4 rilevano il guasto, sebbene in pratica un numero maggiore dei nodi TD potrebbe fare questa operazione.

- (3) nodi con $\langle L$ inviano un messaggio di Invertire sorgente lungo il percorso di lavoro nella direzione in allontanamento dalla risorsa difettosa, vale a dire verso il nodo di sorgente.

- (4) se un nodo con $\langle P$ riceve il messaggio di Invertire sorgente, il messaggio viene propagato lungo il percorso di lavoro e nessuna azione viene eseguita. E' possibile che lo stesso nodo sia indicato con entrambi $\langle P$ e $\langle L$. Se questo è vero, l'algoritmo funziona come se ci fosse un messaggio inviato fra un primo nodo con $\langle L$ e un secondo nodo con $\langle P$, sebbene in pratica non esista la necessità di un messaggio.
- (5) se un nodo indicato con un $P>$ riceve il messaggio di Invertire sorgente, il messaggio viene propagato lungo il percorso di lavoro e la deviazione viene recuperata come descritto di seguito. E' possibile che lo stesso nodo sia indicato con entrambi i simboli $P>$ e $\langle L$. Se questo è vero, l'algoritmo agisce come se un messaggio fosse fatto passare da $\langle L$ a $P>$ in un modo simile al caso descritto nella fase (3), sopra per $\langle P$ e $\langle L$.
- (6) il nodo con $L>$ invia un messaggio di Invertire destinazione lungo il percorso di lavoro nella direzione di allontanamento dalla risorsa difettosa, vale a dire verso il nodo di destinazione.
- (7) se un nodo indicato con un $P>$ riceve il messaggio di Invertire destinazione, il messaggio viene propagato lungo il percorso di lavoro e non viene eseguita alcuna azione. E' possibile che lo stesso nodo sia indicato con entrambi i simboli $P>$ e $L>$. Se questo è vero, l'algoritmo agisce come se un messaggio fosse fatto passare da $L>$ a $P>$ in un modo simile al caso descritto sopra nella fase (3) per $\langle P$ e $\langle L$.
- (8) se un nodo indicato con $\langle P$ riceve il messaggio di Invertire destinazione, il messaggio viene propagato lungo il percorso di lavoro e la deviazione viene recuperata come descritto di seguito. E' possibile che lo stesso nodo sia indicato con entrambi $\langle P$ e $L>$. Se questo è vero, l'algoritmo funziona come se un mes-

saggio sia inviato da $L>$ a $<P$ in un modo simile al caso sopra descritto nella fase (3) per $<P$ e $<L$.

Tornando alla forma di realizzazione di Figura 7, un messaggio di Invertire destinazione è inviato dal nodo 4 ($L>$) ed è propagato dal nodo 5 ($P>$) al nodo di destinazione D ($P>$); nessuna azione viene eseguita, in quanto il messaggio attraversa solo i nodi con $P>$ che rappresentano le deviazioni di protezione.

Contemporaneamente, in Figura 7, un messaggio di Invertire sorgente è inviato dal nodo 3 ($<P$, $P>$ e $<L$) e propagato dal nodo 2 ($<P$) al nodo di sorgente S ($<P$). Quando le indicazioni $<P$ sono presenti nel nodo 3 e quindi nei nodi 2 e S, nessuna azione si verifica. Quando l'indicazione $P>$ è presente nel nodo 3, la deviazione attraverso il nodo 8 viene disattivata e le risorse sono recuperate.

Disattivazione delle deviazioni non utilizzate

La disattivazione di una deviazione non usata è sempre iniziata in un nodo TD. Il segnale di lavoro della deviazione è forzato sul percorso di lavoro, quindi il messaggio di Cancella deviazione è inviato lungo il percorso di deviazione dal nodo TD iniziando la disattivazione della deviazione e tutti i collegamenti trasversali di deviazione sono cancellati. Le informazioni che riguardano il collegamento trasversale di deviazione nei nodi TD e ID continuano ad essere mantenute, assieme al suo identificatore di percorso associato, per usarle successivamente nel caso di guasti futuri.

L'invenzione è stata descritta sopra a titolo di esempio principalmente con riferimento alle reti di trasporto SDH a causa della grande diffusione di questo tipo di rete. Tuttavia sarà evidente al lettore esperto che l'invenzione può essere applicata a tutte le forme di rete di trasporto e a tutte le topologie comprendenti, ma non limitate a, topologie a maglie ed anelli.



RIVENDICAZIONI

1. Un sistema di comunicazioni di dati comprendente una pluralità di nodi e una pluralità di collegamenti per fornire collegamenti fra i nodi;
in cui una serie secondaria dei collegamenti e dei nodi forma un percorso di lavoro per trasferire i dati di lavoro tramite il sistema di comunicazioni;
in cui il sistema comprende un'ulteriore serie secondaria di collegamenti e di nodi per formare un percorso di protezione per trasferire dati che non interessano il lavoro in assenza di un guasto nel percorso di lavoro e per fornire un percorso alternativo per i dati di lavoro nel caso di un guasto nel percorso di lavoro;
in cui il sistema comprende mezzi di protezione, nei quali il percorso alternativo è predeterminato dai mezzi di protezione prima del rilevamento di un guasto nel percorso di lavoro.
2. Il sistema secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi di protezione sono previsti per attivare l'intero percorso di protezione per trasferire i dati di lavoro dopo il rilevamento di un guasto nel percorso di lavoro.
3. Il sistema secondo la rivendicazione 2, in cui i mezzi di protezione sono previsti per identificare la locazione del guasto e per far tornare i dati di lavoro a quelle parti del percorso di lavoro non influenzate dal guasto.
4. Il sistema secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui i mezzi di protezione sono previsti per disattivare qualsiasi collegamento o nodo del percorso di protezione che non sono richiesti per fornire un percorso ai dati di lavoro.
5. Il sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui i nodi dell'ulteriore serie secondaria comprendono la memoria per memorizzare i dettagli del percorso di protezione prima del rilevamento di un guasto nel percorso di protezione.

6. Il sistema secondo la rivendicazione 5, in cui i dettagli del percorso di protezione sono associati ad un identificatore di percorso univoco.
7. Il sistema secondo la rivendicazione 5 o 6, in cui ciascuno dei nodi dell'ulteriore serie secondaria comprende una tabella di protezione per memorizzare i dettagli del percorso di protezione.
8. Il sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui almeno uno dei nodi comune ad entrambe le serie secondaria comprendono mezzi per rilevare un guasto nel percorso di lavoro e mezzi per attivare il percorso di protezione inviando un messaggio di attivazione ai nodi dell'ulteriore serie secondaria dopo il rilevamento del guasto nel percorso di lavoro.
9. Il sistema secondo la rivendicazione 8, in cui i nodi comprendenti mezzi per inviare il messaggio attivo comprendono anche mezzi per inviare il messaggio attivo a ciascun nodo adiacente dell'ulteriore serie secondaria.
10. Il sistema secondo la rivendicazione 8 o 9, in cui il messaggio di attivazione contiene un identificatore di percorso univoco per indicare ai nodi dell'ulteriore serie secondaria quali collegamenti devono attivare.
11. Il sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui i nodi comprendono mezzi per rilevare la locazione di un guasto nel percorso di lavoro e mezzi che, dopo il rilevamento della locazione di guasto, inviano un messaggio di disattivazione attraverso la prima serie secondaria nella direzione di allontanamento dal guasto.
12. Il sistema secondo la rivendicazione 11, in cui ciascun nodo comprende mezzi per rilevare la ricezione del messaggio di disattivazione e, dopo la ricezione di un tale messaggio, per disattivare un qualsiasi percorso che passi per tale nodo

attraverso i nodi dell'ulteriore serie secondaria in cui questi percorsi non formano un percorso di protezione per la parte difettosa del percorso di lavoro.

13. Un metodo per proteggere un percorso di lavoro in un sistema di comunicazioni di dati comprendente una pluralità di nodi e una pluralità di collegamenti per fornire collegamenti fra i nodi; comprendente le fasi di trasferire i dati di lavoro attraverso una serie secondaria dei collegamenti e dei nodi che realizzano il percorso di lavoro e di designare un'ulteriore serie secondaria di collegamenti e nodi per formare un percorso di protezione; in cui il percorso di protezione non trasferisce i dati di lavoro in assenza di un guasto nel percorso di lavoro e fornisce un percorso alternativo per i dati di lavoro nel caso di un guasto nel percorso di lavoro.

14. Il metodo secondo la rivendicazione 13, comprendente le fasi di rilevare un guasto nel percorso di lavoro e di attivare l'intero percorso di protezione per trasferire i dati di lavoro dopo il rilevamento di un guasto nel percorso di lavoro.

15. Il metodo secondo la rivendicazione 14, comprendente le fasi di identificare la locazione del guasto e di rinviare i dati di lavoro a quelle parti del percorso di lavoro non influenzate dal guasto.

16. Il metodo secondo la rivendicazione 14 o 15, comprendente le fasi di disattivare qualsiasi collegamento o nodo del percorso di protezione che non sono necessari per fornire un percorso per i dati di lavoro.

17. Il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13-15, comprendente le fasi di memorizzare i dettagli del percorso di protezione nei nodi dell'ulteriore serie secondaria prima del rilevamento di un guasto nel percorso di lavoro.

18. Il metodo secondo la rivendicazione 17, comprendente le fasi di associare i dettagli del percorso di protezione con un identificatore di percorso univoco.

19. Il metodo secondo la rivendicazione 17 o 18, nel quale ciascuno dei nodi dell'ulteriore serie secondaria comprende una tabella di protezione per memorizzare i dettagli del percorso di protezione.

20. Il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13-19, comprendente le fasi di almeno uno dei nodi comune ad entrambe le serie secondarie che rileva un guasto nel percorso di lavoro e che attiva il percorso di protezione inviando un messaggio di attivazione ai nodi dell'ulteriore serie secondaria dopo il rilevamento del guasto nel percorso di lavoro.

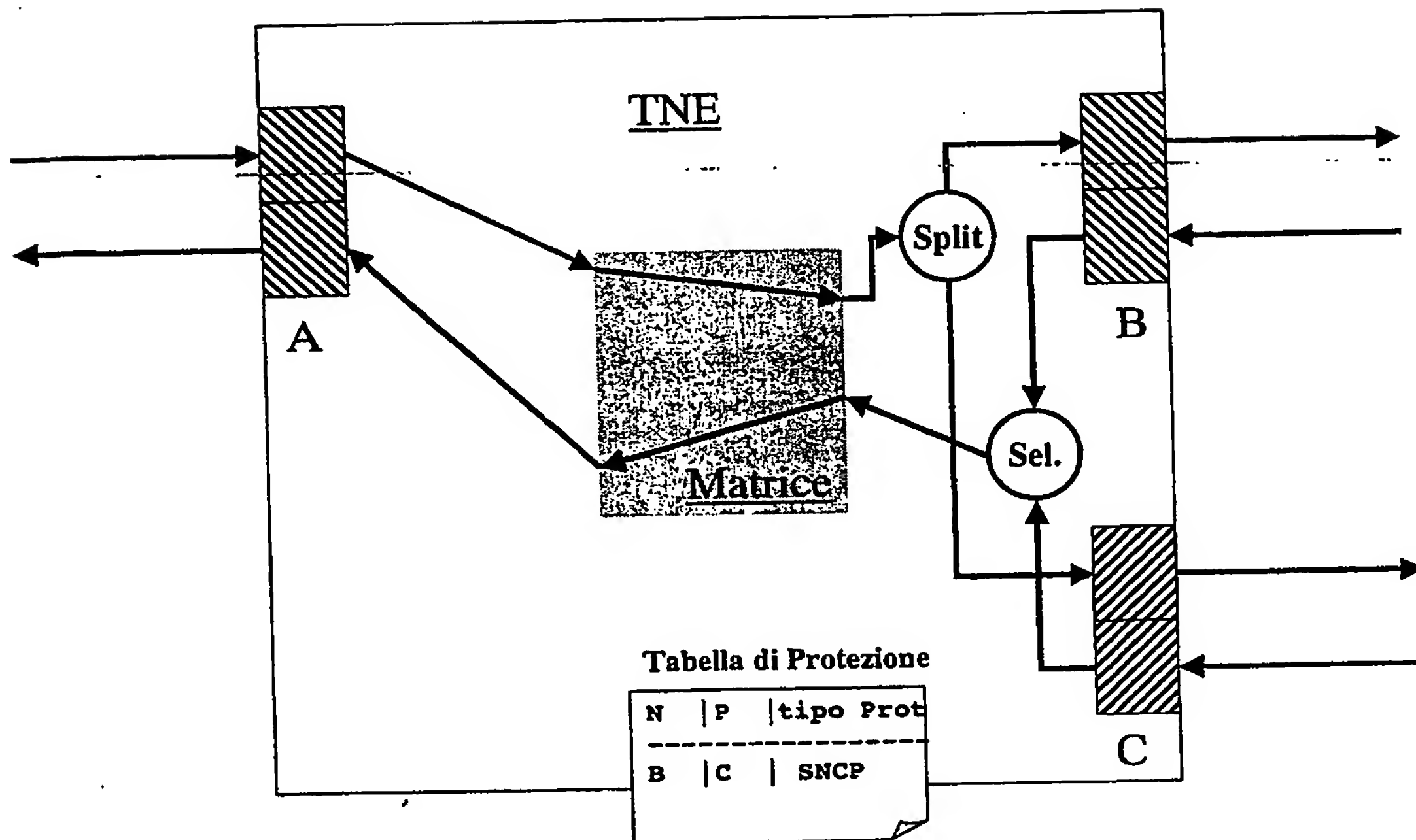
21. Il metodo secondo la rivendicazione 20, comprendente la fase dei nodi che inviano il messaggio di attivazione inviandolo a ciascun nodo adiacente dell'ulteriore serie secondaria.

22. Il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 20-21, comprendente la fase di includere un identificatore di percorso univoco nel messaggio di attivazione per indicare ai nodi dell'ulteriore serie secondaria quali collegamenti devono attivare.

23. Il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 13-22, comprendente le fasi di almeno un nodo che rileva la locazione di un guasto nel percorso di lavoro e che, dopo il rilevamento della locazione del guasto, invia un messaggio di disattivazione attraverso la prima serie secondaria nella direzione di allontanamento dal guasto.

24. Il metodo secondo la rivendicazione 23, comprendente le fasi in cui i nodi che rilevano la ricezione del messaggio di disattivazione e che, dopo la ricezione di un tale messaggio, disattivano un qualsiasi percorso che passi per tale nodo attraverso i nodi dell'ulteriore serie secondaria in cui questi percorsi non fanno parte di un percorso di protezione verso la parte difettosa del percorso di lavoro.





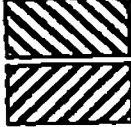

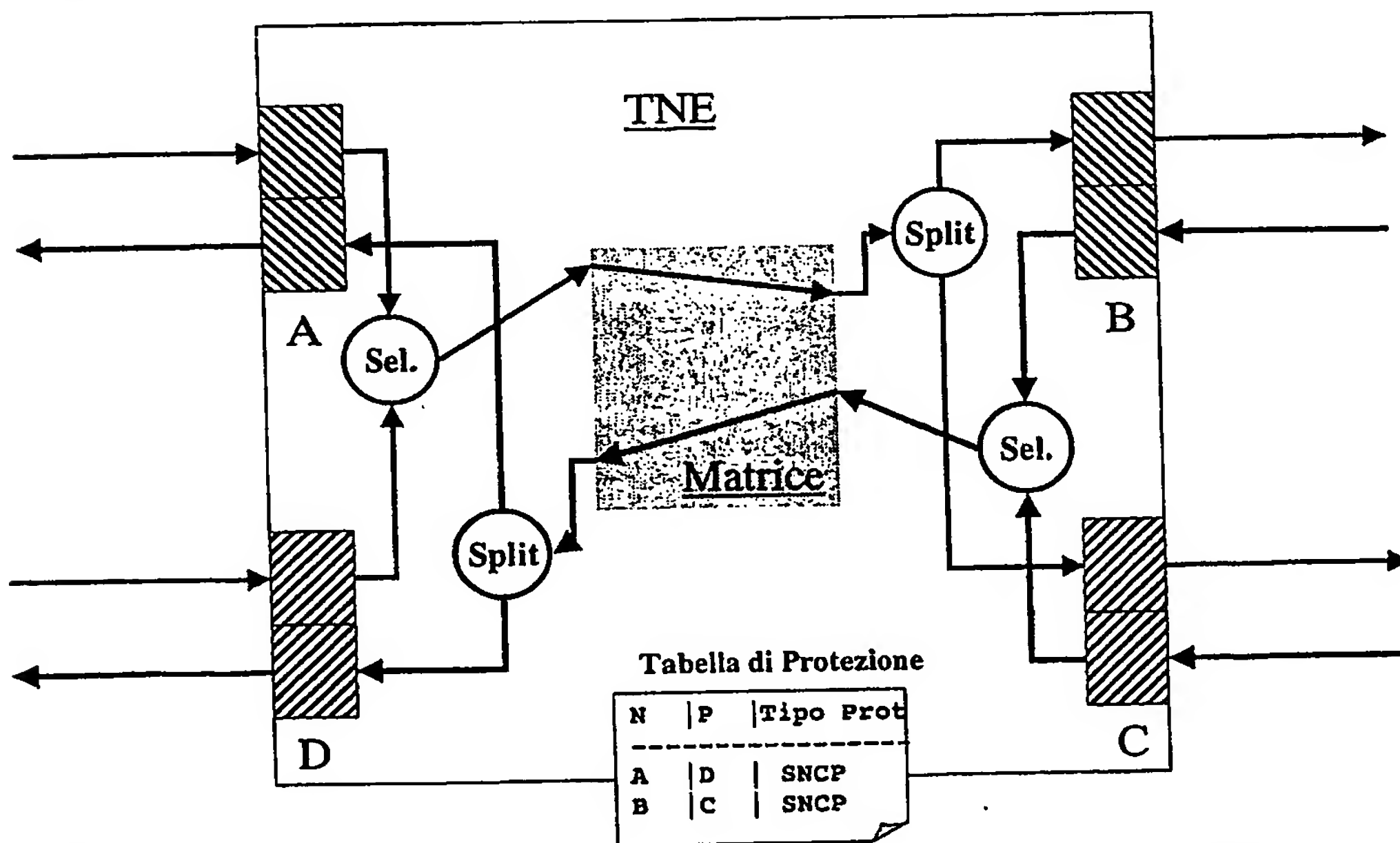
 Porta di lavoro
 Porta di protezione

Fig. 1



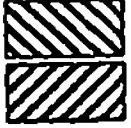

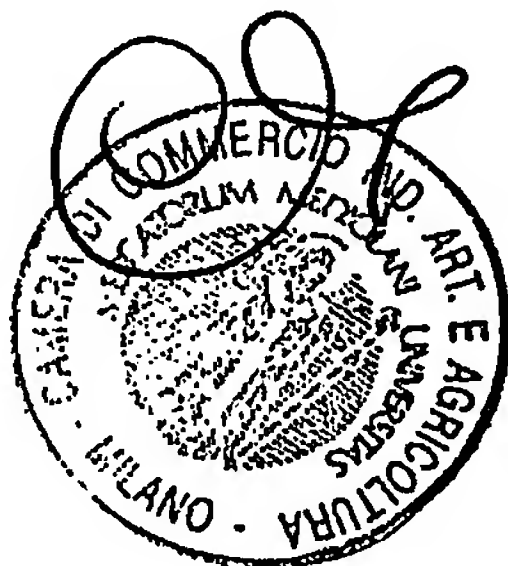
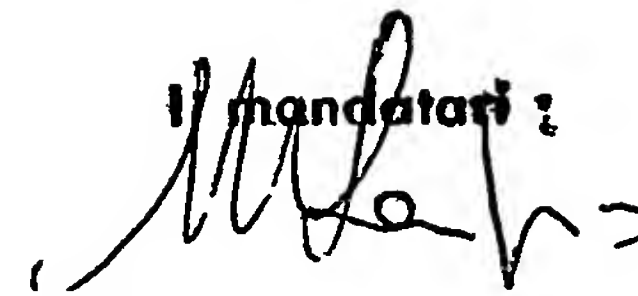
 Porta di lavoro
 Porta di protezione

Fig. 2



MI 2002A 002170

I mandatori:



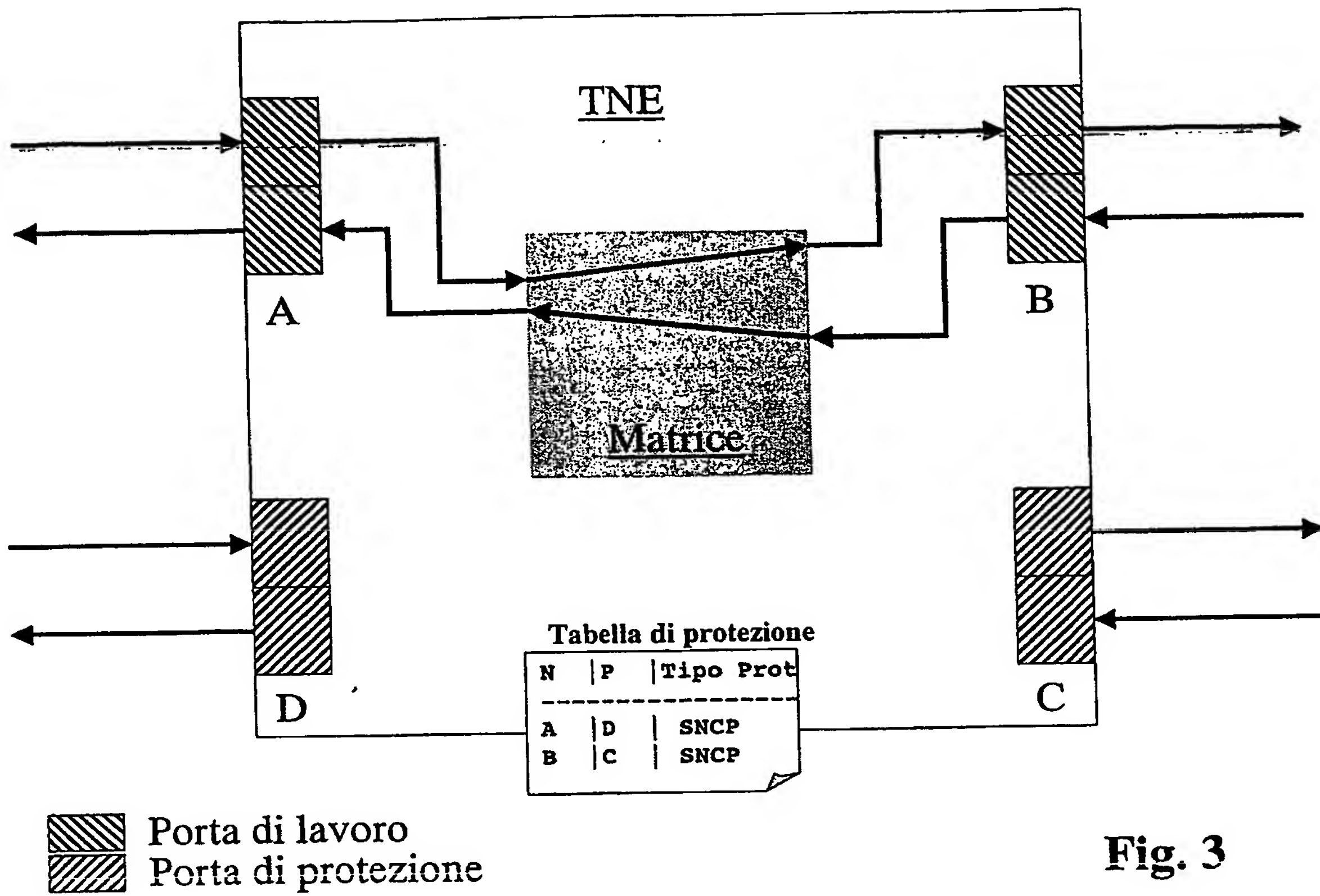
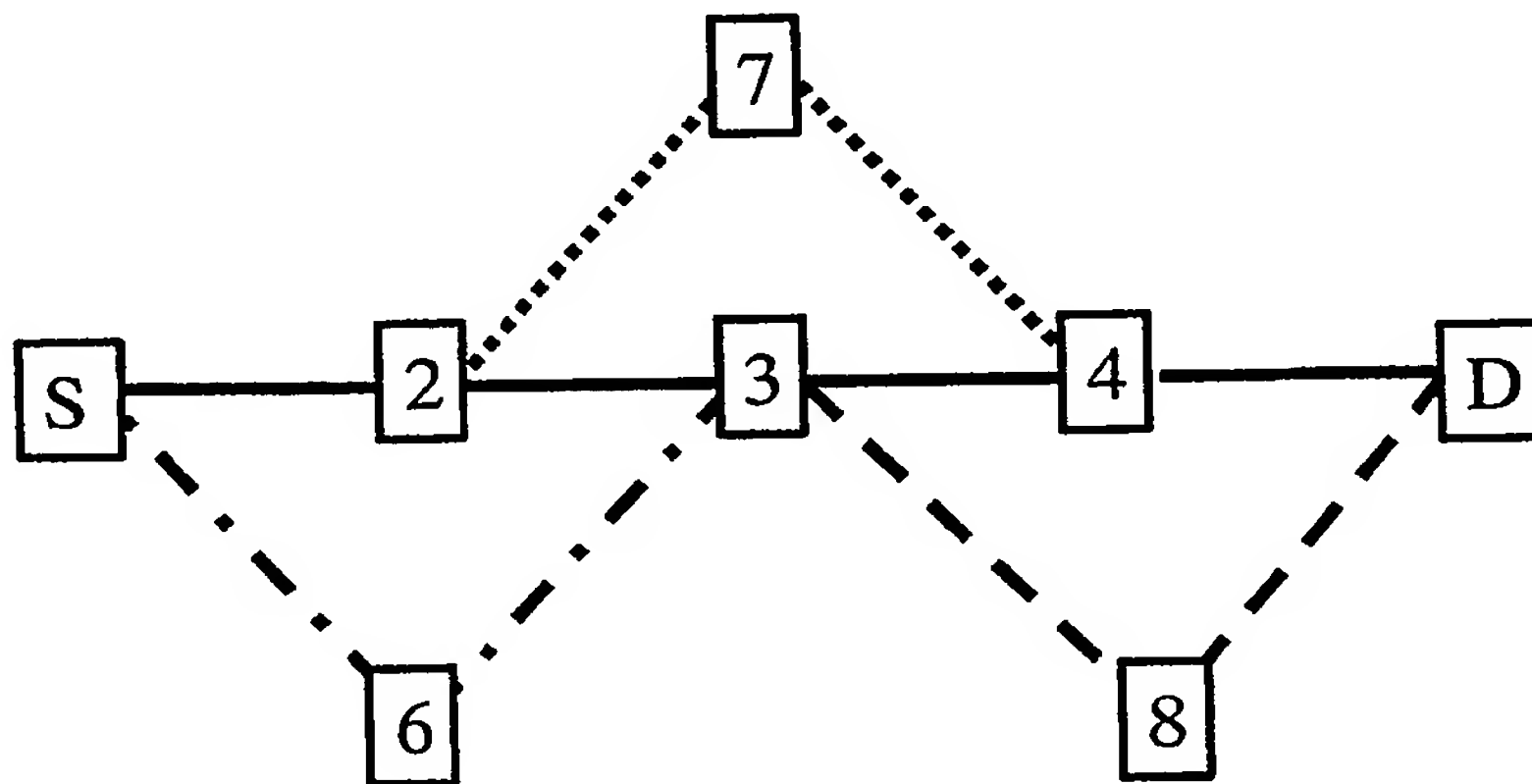


Fig. 3



MI 2002A 002170

Linea di lavoro —————
 Deviazione 10 - . - . - .
 Deviazione 12
 Deviazione 14 - - - - -

Fig. 4



I mandatori.

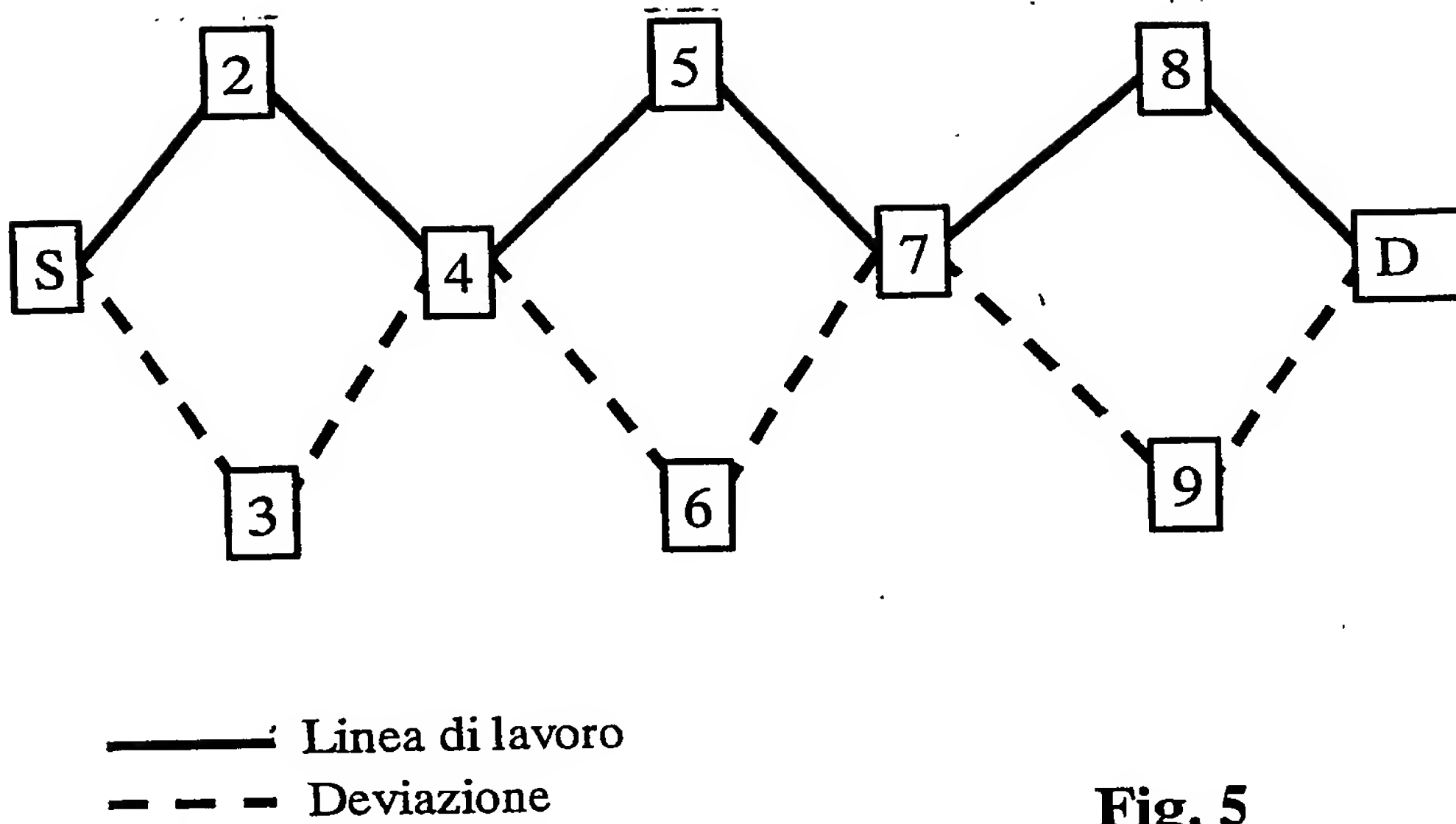
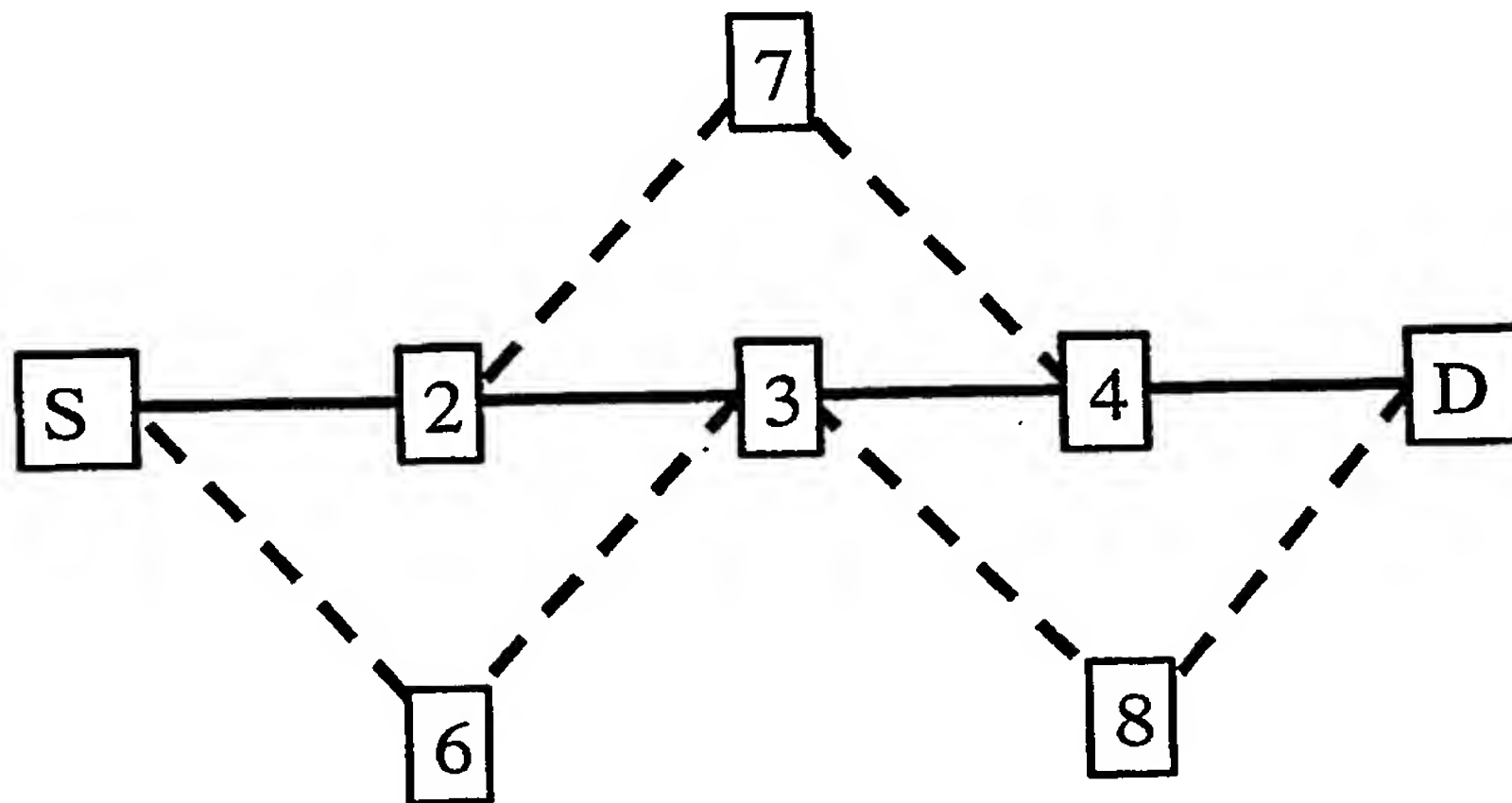
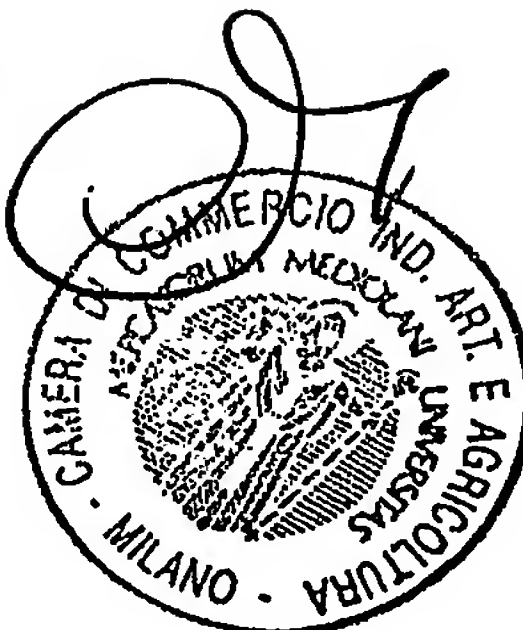


Fig. 5

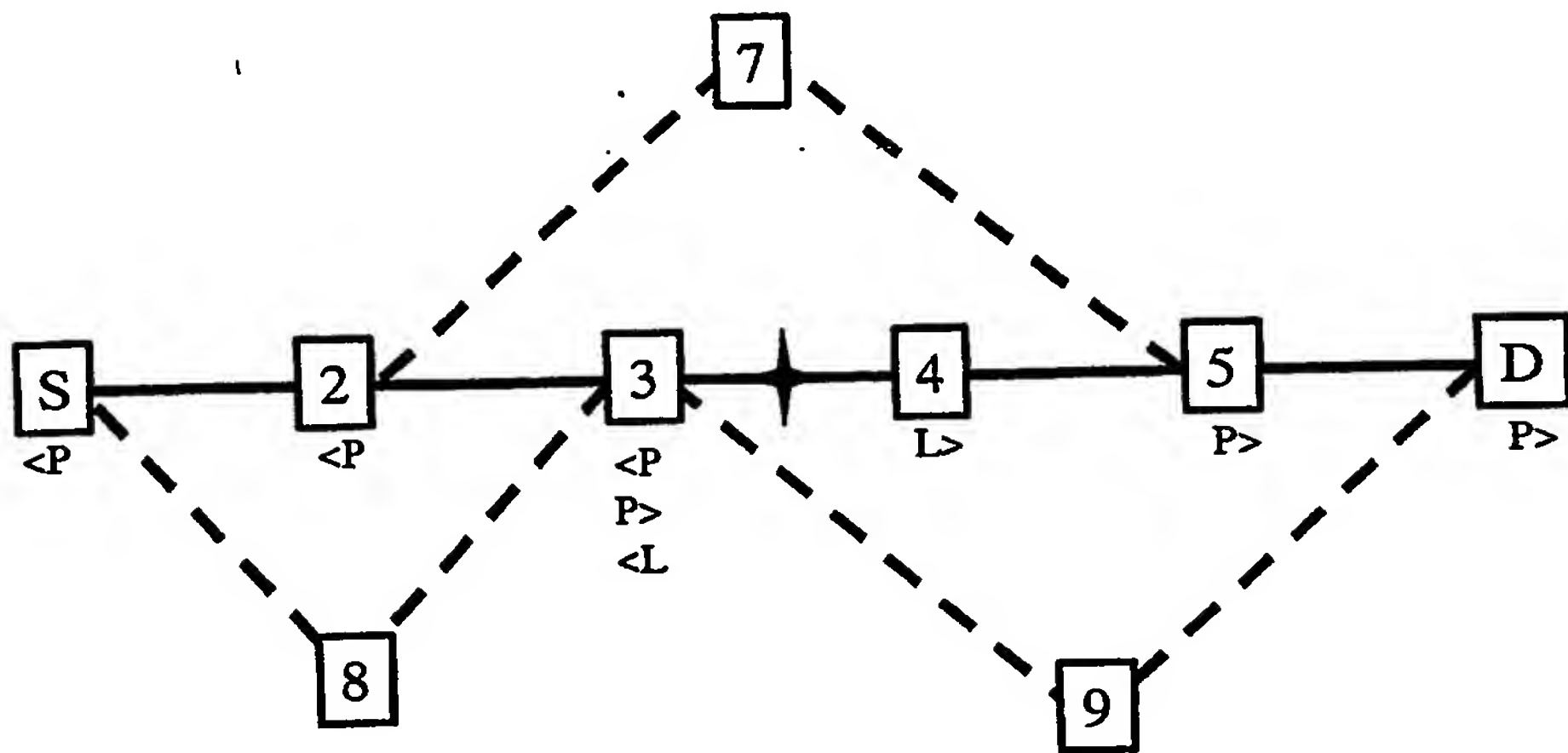


MI 2002A 002170

Fig. 6



I mandatori:

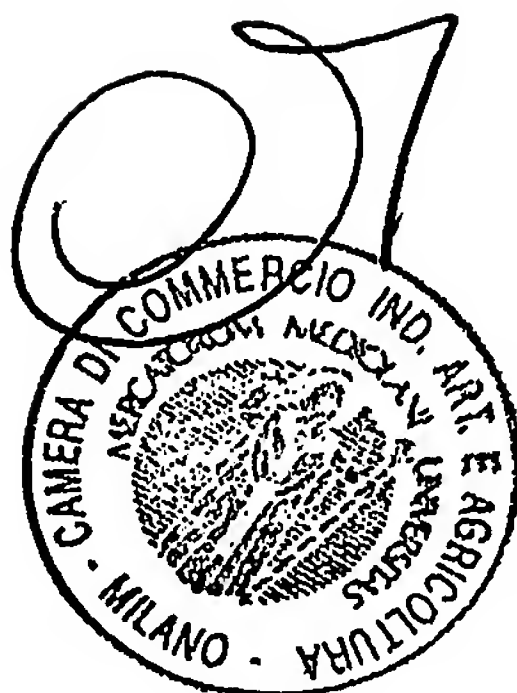


— Linea di lavoro
 - - - Deviazioni

<L : guasto verso Destinazione
 L> : guasto verso Sorgente
 P> : forchetta SNCP verso Sorgente
 <P : forchetta SNCP verso Destinazione

Fig. 7

MI 2002A 002170



mandatori
[Signature]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.